

Ecole Maternelle

Rue d'Hattigny – Châtel-sur-Moselle (88)

Rapport de diagnostic – Charpente bois

RD 001

INTERVENANTS
MAITRISE D'OUVRAGE
Terr EnR Pour la commune de Châtel-sur-Moselle
MAITRISE d'ŒUVRE
-
ENTREPRISE
-

AFFAIRE A2321

PHASE DIAG

DOCUMENT RD001

RECAPITULATION DES INDICES

DATE	Indices	Observations
15/03/2023	0	Première diffusion

ICS BOIS - Ingénierie & Conseil – Structure Bois

ICS BOIS - 12 Ruelle de Laufromont – 88000 Epinal – be@icsbois.fr

Tel : 07 82 88 60 06 – www.icsbois.fr

SIRET : 803 321 009 00018 ☎ APE : 7112B ☎ EURL au capital de 8000 €

Table des matières

I Objet du document :	3
II Documents sources :	3
III Règles et logiciels de calcul :	5
Règles :	5
Logiciels utilisés :	6
IV Hypothèses de calcul :	6
1 - Hypothèses générales :	6
Localisation du bâtiment :	7
Matériaux :	8
Acier :	8
Classe de service :	8
Vérifications ELU :	9
Critères de vérifications ELS :	9
2- Hypothèses de charges :	10
Charges permanentes :	10
Charges d'exploitation :	11
Exigences incendie :	17
Exigences sismiques :	17
V Repérage et relevé.....	18
1 - Repérage des éléments :	18
Repérage des poutres principales.....	19
Eléments de stabilité d'ensemble.....	21
2 – Observations :	21
Diagnostic sanitaire général :	21
Pathologies et désordres.....	22
VI Vérification des éléments :	26
1- Zone en fermettes :	26
2- Salle de Motricité :	26
Modélisation.....	26
Taux de travail des éléments.....	27
Analyse :	28
VII Conclusions – Préconisations :	29

I Objet du document :

Dans le cadre de la rénovation thermique de l'école maternelle de Châtel-sur-Moselle, la commune a souhaité faire diagnostiquer ses charpentes pour vérifier leur état. Il est également envisager la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques sur ces toitures.

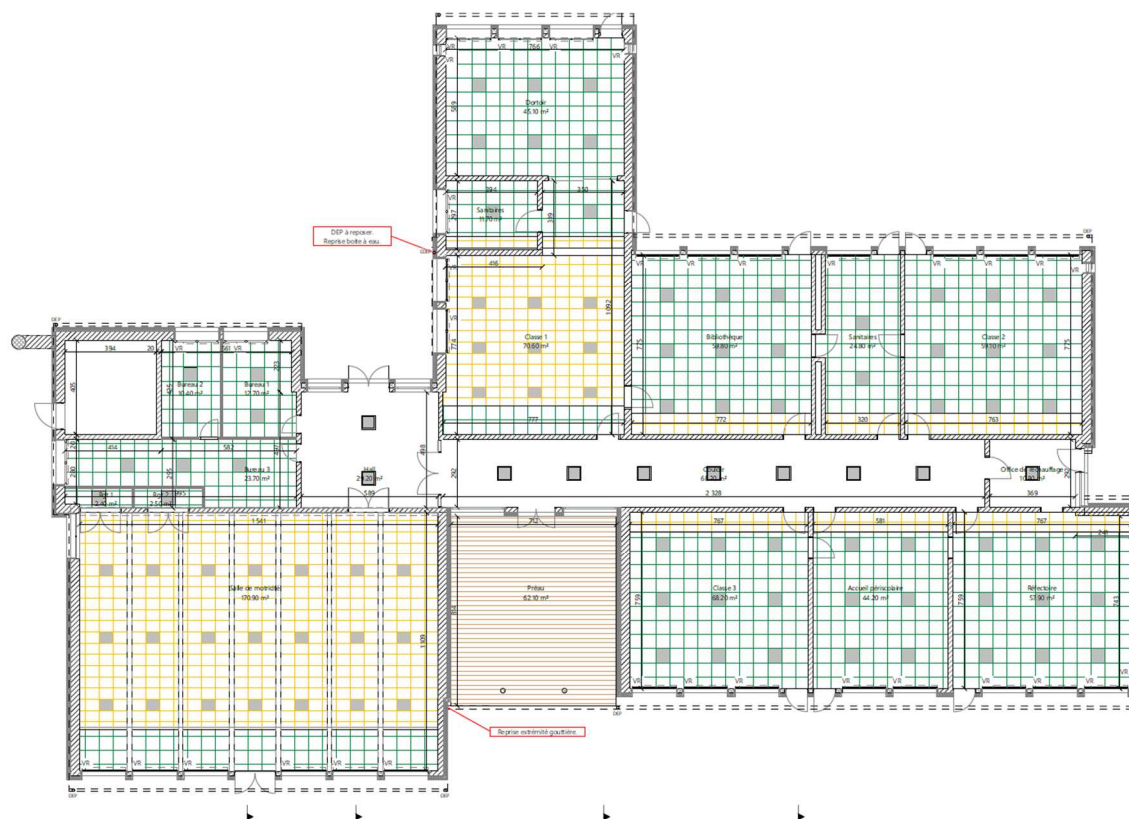
Ce document a pour but d'établir un diagnostic structurel des éléments de charpente bois constituant la charpente support de couverture d'une partie des salles. La présente mission se limite à cette zone. Les pans Sud sont prévus équipés en panneaux photovoltaïques, uniquement.

Ce bâtiment présente une structure béton composant l'ensemble des murs périphériques, et refends intérieurs. Plusieurs zones avec des charpentes différentes sont identifiées dans le bâtiment. Les structures béton font l'objet d'un autre diagnostic spécifique, conduit par le BET GO Adam.

II Documents sources :

La présente étude a été menée sur la base des documents fournis, à savoir :

- Plans du bâtiment – fournis par le maître d'œuvre.

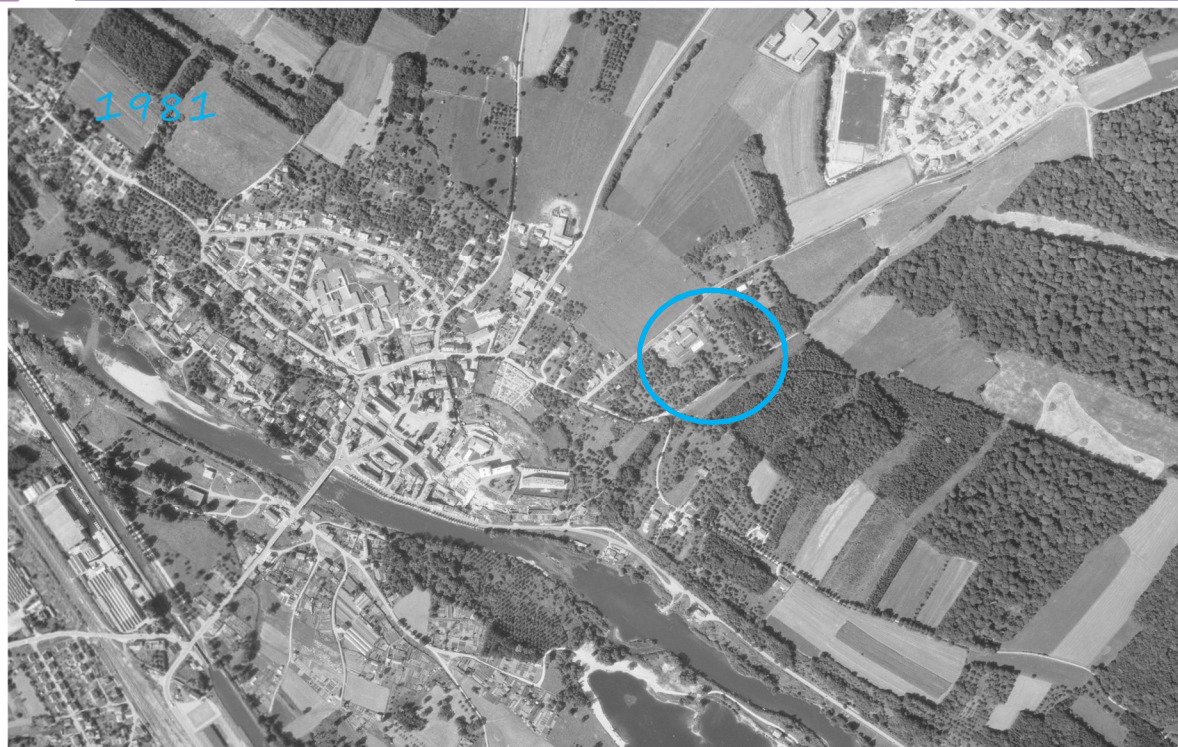


Ces plans d'ensemble sont des plans de principe, sans éléments précis concernant la structure. Des relevés sur site ont été nécessaires pour recueillir les détails complémentaires nécessaires à l'étude approfondie de cette charpente.

Nous n'avons pas pu récupérer les notes de calcul de la charpente, non disponibles dans le dossier d'archive qui nous a été remis.

D'autre part, nous ne connaissons pas la date de construction de cette charpente, une recherche sur photos aérienne a permis d'estimer la construction de ces bâtiments entre 1979 et 1981.





III Règles et logiciels de calcul :

Règles :

EN 1990 : 2003-03	Eurocode 0 : Base de calcul des structures
EN 1990 : 2006-07	Eurocode 0 : Base de calcul des structures – Amendement A1
EN 1991	Eurocode 1 : Actions sur les structures
EN 1991-1-1 : 2003-03	Actions générales – Poids volumiques, Poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
EN 1991-1-2 : 2003-07	Actions générales – Actions sur les structures Exposées au feu
EN 1991-1-3 : 2004-04	Actions générales – Charges de neige
EN 1991-1-4 : 2005-11	Actions générales – Actions du vent
EN 1991-1-5 : 2004-05	Actions générales – Actions thermiques
EN 1991-1-6 : 2007-02	Actions générales – Actions en cours d'exécution
EN 1993 : 2005-10	Eurocode 3 : Calcul des structures en acier
EN 1995	Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois
EN 1998	Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
EN 14080 : 2013	Structures en bois – Bois lamellé collé et bois massif reconstitué – Exigences
EN 338 :	Bois de structure – Classe de résistance

NOTA : à la date de construction de ce bâtiment, les règles en vigueur n'étaient pas les Eurocodes. La justification sous les CB71, référentiel à la date de construction était possible.

Logiciels utilisés :

Ensemble des logiciels MD-Bat :

EOLE pour les efforts de vent

POUTR pour les barres

STRUC pour les modèles à barres 2D

ASSEMBL pour les assemblages liés à ces modèles

MOB pour les calculs d'ossature bois

Logiciel Acord de Ittech – Pour modélisation 2D-3D, éléments plaques et CLT – modélisation sismique.

Feuilles de calcul spécifiques

Logiciels spécifiques de chaque fournisseur pour la visserie et les goudjons d'ancrage, avec les caractéristiques des produits utilisés.


IV Hypothèses de calcul :

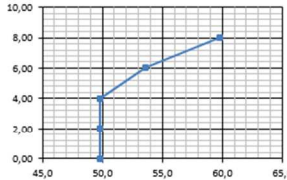
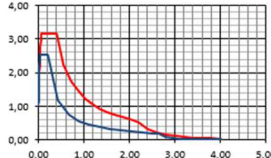
1 - Hypothèses générales :

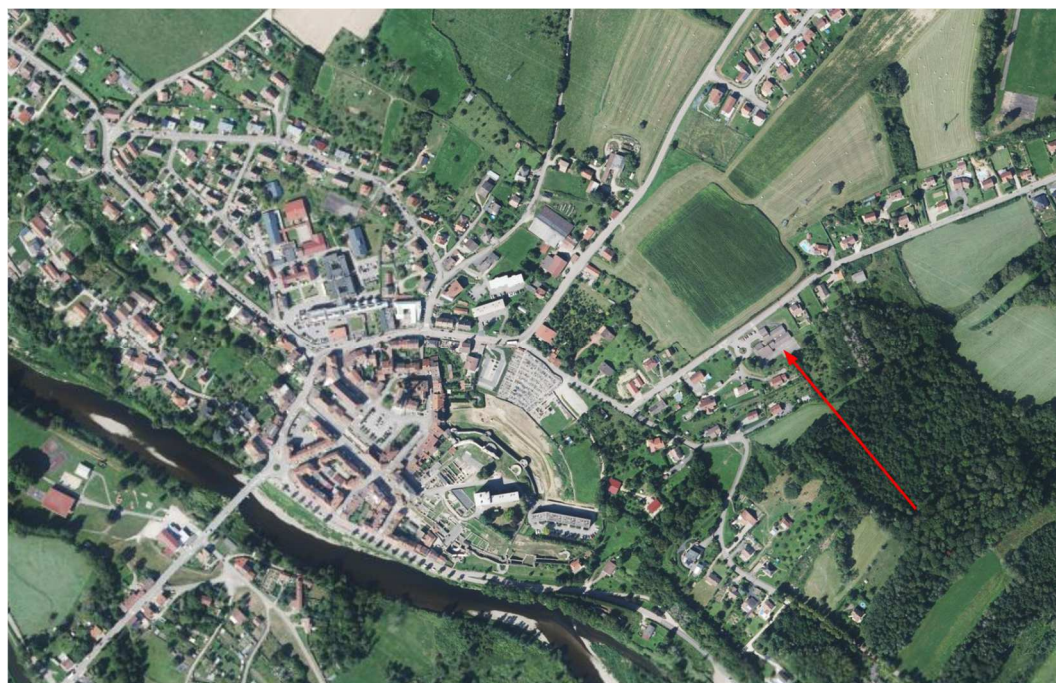
L'ensemble des hypothèses a été défini avec les éléments qui ont été fournis par la MOA. Toute modification de ces hypothèses doit être indiquée au BET ICS BOIS pour intégration dans le présent document.

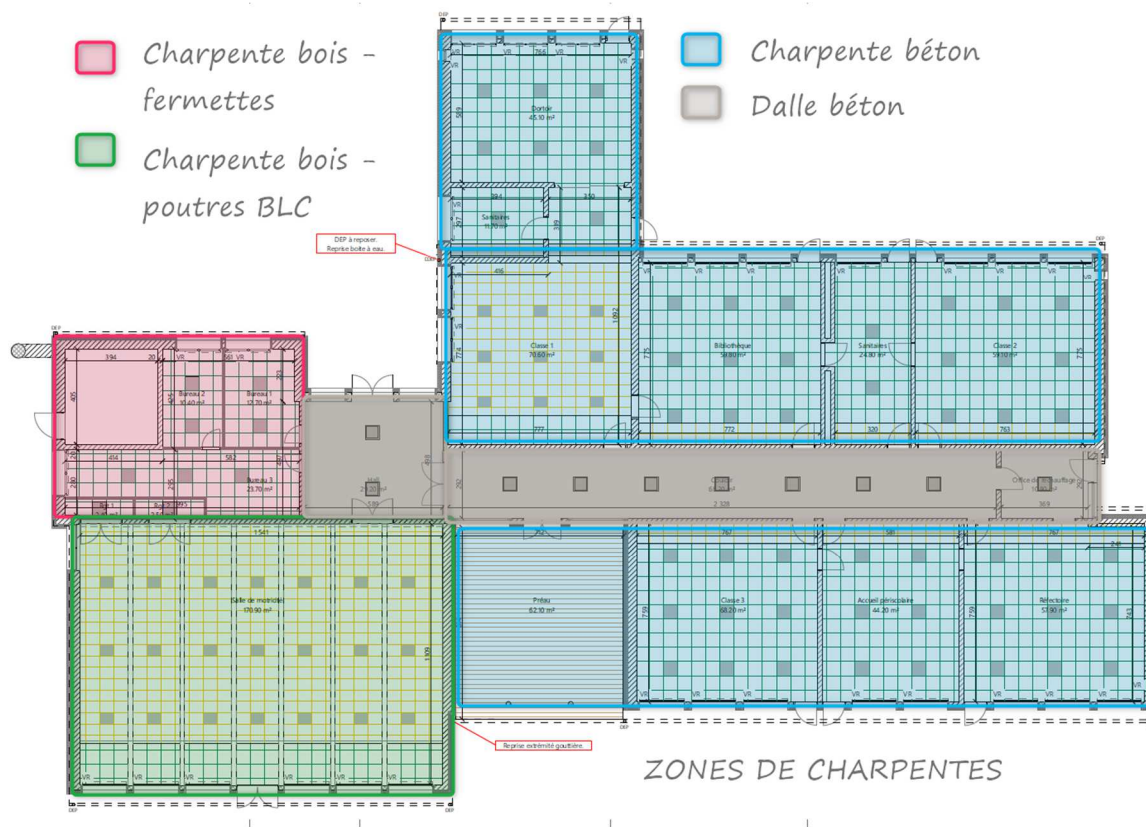
Localisation du bâtiment :

Zonage Neige / Vent / Séisme OUBATI (V3.2)	
Désignation de la commune	
Commune	Châtel-sur-Moselle (88330)
Département	Vosges (88)
Canton	Châtel-sur-Moselle
Altitude	330m



Caractéristiques locales																			
Zonage neige (selon EC1-3)	Zone B1																		
→ Charge caractéristique $S_k =$	0,68 kN/m ²																		
→ Charge exceptionnelle $S_{ad} =$	1,00 kN/m ²																		
Zonage vent (selon EC1-4)	Zone 2																		
→ Vitesse de référence $v_{b0} =$	24 m/s																		
→ Pression dynamique de pointe (Terrain IIIa / Am = 330m)																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Z (m)</th> <th>q_p (daN/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,00</td> <td>49,8</td> </tr> <tr> <td>2,00</td> <td>49,8</td> </tr> <tr> <td>4,00</td> <td>49,8</td> </tr> <tr> <td>6,00</td> <td>53,6</td> </tr> <tr> <td>8,00</td> <td>59,8</td> </tr> </tbody> </table>	Z (m)	q _p (daN/m ²)	0,00	49,8	2,00	49,8	4,00	49,8	6,00	53,6	8,00	59,8							
Z (m)	q _p (daN/m ²)																		
0,00	49,8																		
2,00	49,8																		
4,00	49,8																		
6,00	53,6																		
8,00	59,8																		
→ Coefficient d'orientation $C_{dir} = 0.70$ sur [10°;150°]																			
Zonage séisme (selon EC8)	Zone 2																		
→ Accélération nominale $a_{gr} =$	0,70 m/s ²																		
→ Tracé du spectre à 5% (Sol type C / Catégorie III)																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>a_H</th> <th>a_V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>γ_I</td> <td>1,20</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>1,50</td> <td>(a_{ov}/a_g)</td> </tr> <tr> <td>T_B</td> <td>0,06</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>T_C</td> <td>0,40</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>T_D</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> </tr> </tbody> </table>		a_H	a_V	γ_I	1,20	0,80	S	1,50	(a_{ov}/a_g)	T_B	0,06	0,03	T_C	0,40	0,20	T_D	2,00	2,50	
	a_H	a_V																	
γ_I	1,20	0,80																	
S	1,50	(a_{ov}/a_g)																	
T_B	0,06	0,03																	
T_C	0,40	0,20																	
T_D	2,00	2,50																	





Matériaux

Bois

Selon observations visuelles, les bois anciens sont classés C18 ou C24 / GI24h pour le résineux.

Pour les bois neufs de renforcement ou remplacement, si nécessaire, sauf indication contraire, les bois doivent être de classe C24/GL24h pour les résineux et D30 pour les feuillus.

Pour mémoire : les bois massifs neufs mis en œuvre doivent présenter une humidité inférieure ou égale à 20% et au plus proche de l'humidité d'équilibre en œuvre.

Acier

Ce projet ne présente pas de pièces métalliques structurales.

Pour les renforcements, sauf indication contraire, l'acier sera de qualité S235 minimum.

Classe de service

Les classes de service retenues pour les éléments étudiés sont les suivantes :

- Éléments dans le volume chauffé (poutres lamellé collé) : Classe de service 1
- Éléments extérieurs abrités non chauffés (charpente en fermettes) : Classe de service 2
- Éléments extérieurs soumis aux intempéries (poteaux extérieurs – sans objet dans la présente étude) : Classe de service 3

Nota : Les éléments bois devront recevoir les traitements appropriés à la classe d'emploi à laquelle ils sont soumis. A minima un traitement classe 2 pour les éléments de structure et classe 3 ou 4 pour les éléments extérieurs non abrités.

Vérifications ELU

Cette vérification concerne la **RESISTANCE** des structures.

Les vérifications des éléments à l'ELU sont menées suivant les prescriptions de l'EC5, pour les différentes combinaisons de contraintes.

La stabilité des éléments au flambement et au déversement est également vérifiée suivant les exigences de ce même règlement.

Critères de vérifications ELS

Cette vérification représente la **DEFORMATION** des structures.

Les critères limites de flèche retenus pour les différents éléments étudiés sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Élément	Valeur limite (l étant la portée du système ou de la poutre)		
	$w_{inst(Q)}$	$w_{net,fin}$	w_{fin}
Solives	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Sommiers et Linteaux	$l/400$	$l/300$	$l/200$
Pannes et Arbalétriers	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Chevrans	-	$l/150$	$l/125$
Fermes et Treillis	$l/500$	$l/300$	$l/200$
Poteau de Façade	$Ht/400$	-	-
Zone en porte à faux	$l/200$	$l/150$	$l/100$
Selon DTA des panneaux, élément support de panneau	$l/300$	$l/200$	$l/125$

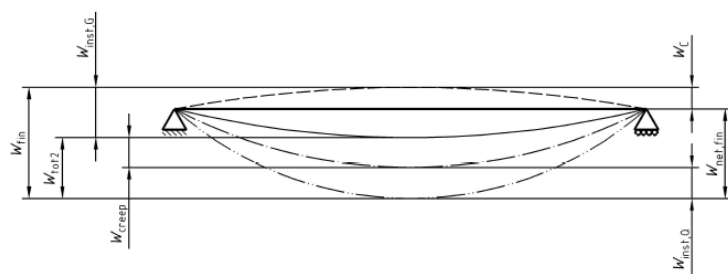
$w_{inst(Q)}$: Flèche instantanée due aux actions variables

w_c : Contreflèche (si existante)

w_{creep} : Flèche due au fluage (déformation temporelle)

w_{fin} : Flèche finale (y compris contreflèche)

$w_{net, fin}$: Flèche nette finale (contreflèche déduite)



On ne retiendra pas de critère de second œuvre (sans objet pour les présents éléments):

Des lames métalliques habillent la sous-face des pièces concernées dans l'existant. Dans l'état futur il sera nécessaire de sélectionner un habillage intérieur non fragile.

Pour les linteaux, on limitera les flèches à 10mm.

Les déformations théoriques sont indiquées dans cette note de calcul et pourront ainsi servir de contrôle à l'entreprise en charge de la mise en œuvre des panneaux photovoltaïques vis-à-vis de la compatibilité des équipements mis en œuvre.

2- Hypothèses de charges

Charges permanentes

Dans le cadre de la réhabilitation de ce bâtiment, il est envisagé une reprise complète de la couverture, avec le remplacement des tuiles par du bac acier. On remarquera que les charge du nouveau complexe sont sensiblement identiques aux charges de complexe existant. On prendra soin de limiter les charges du complexe futur dans la limite des charges justifiées dans la présente étude. En cas de modification significative, l'étude devra être reprise pour analyser l'impact de ces nouvelles charges.

Composition de la toiture – état actuel

Matériau	Poids (daN/m ²)
Tuiles	45 à 55 kg/m ²
Chevrans BM 60 x75 ent. 55 cm	5
Pannes BM 95x190 ent. 1.9m et cvt	5
Arbalétrier BLC11 x 575	15
Isolant Laine minérale	5
Lames métalliques aluminium et rails	1
Divers	2
TOTAL :	De 78 à 88 kg/m ²

Composition de la toiture – état futur

Matériau	Poids (daN/m ²)
Bac acier	10
Panneaux photovoltaïques et rails de fixation - Côté Sud uniquement	20
Chevrans BM 60 x75 ent. 55 cm	5
Pannes BM 95x190 ent. 1.9m et cvt	5
Arbalétrier BLC110 x 575	15
Isolant Laine minérale	10
Etanchéité à l'air	0
Rail et plafond de type dalles ou lames (non fragile)	20
Divers	2
TOTAL :	87 kg/m ²

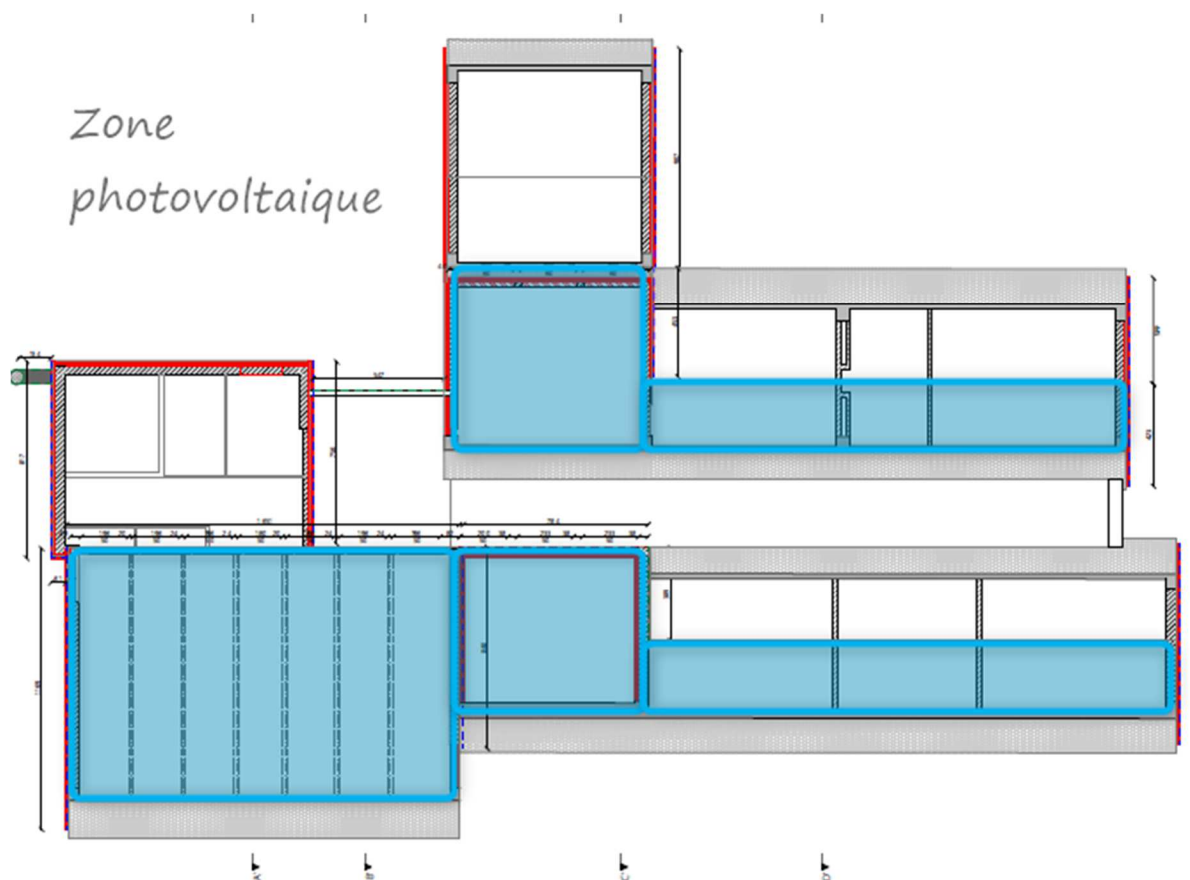
Pour l'application des charges dues aux panneaux solaires :

1/ on prend en compte « le poids propre de la structure en aluminium et des modules photovoltaïques » pour environ 20kg/m²

2/ les charges sont réparties uniformément sur la structure, pan Sud.

NOTA : La fixation des panneaux sera réalisée à travers le bac de couverture, directement sur les éléments porteurs ou sera faite sur le bac, à condition que le bac soit sous avis technique spécifique précisant la compatibilité avec les panneaux photovoltaïques.

Ci-dessous sont représentées les zones étudiées pour l'équipement en photovoltaïque.



Equipement existant en toiture

Aucun

Charges d'exploitation

Toiture

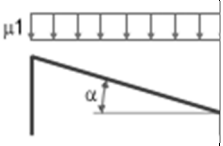
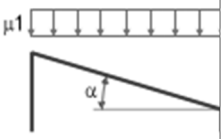
Conformément aux charges réglementaires, on retiendra une charge d'exploitation pour l'entretien des toitures de 80 daN/m² (limité à 10m²) sur l'ensemble de la surface de toiture, vis-à-vis de l'entretien des panneaux photovoltaïques.

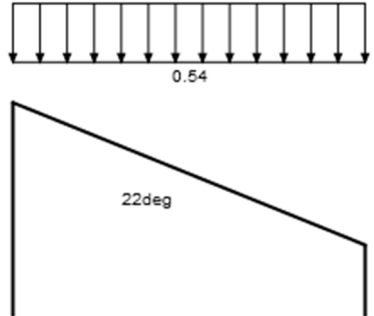
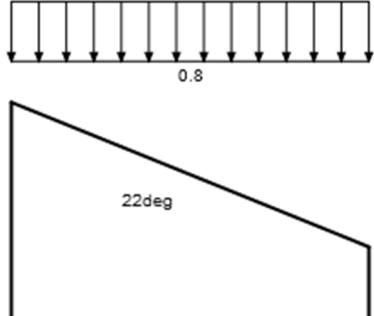
Charges d'entretien : ponctuelle 150 daN

On notera que ces charges ne sont pas cumulables avec les charges climatiques.

Charges climatiques :

Neige :

Charges de neige S (Normale), Sa (Accidentelle)		
Valeur caractéristique (s_k) et exceptionnelle (s_{Ad}) de la charge de neige sur le sol pour l'altitude considérée Région de neige : B1 ; Altitude : 325m		
s_k	0.68kN/m ²	$s_k = s_{k0} + (A - 200) \times 1/1000 = 0.55 + (325 - 200) \times 1/1000 = 0.68\text{kN/m}^2$
s_{Ad}	1kN/m ²	$s_{Ad} = C_{esl}s_{k0} = 1.82 \times 0.55 = 1\text{kN/m}^2$
Coefficients		
C_e	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
C_t	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		
Cas de neige : S1		
		$S = \mu_1 C_t C_e s_k = 0.8 \times 1 \times 1 \times 0.68 = 0.54\text{kN/m}^2$ $\mu_1 = 0.8$
Cas de neige : Sa1		
		$S_a = \mu_1 C_t C_e s_{Ad} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.8\text{kN/m}^2$

Représentation des cas de charge de neige	
Neige "normale" : Situation de projet durable / transitoire (kN/m ²)	Neige accidentelle : Situation de projet accidentelle (kN/m ²)
	

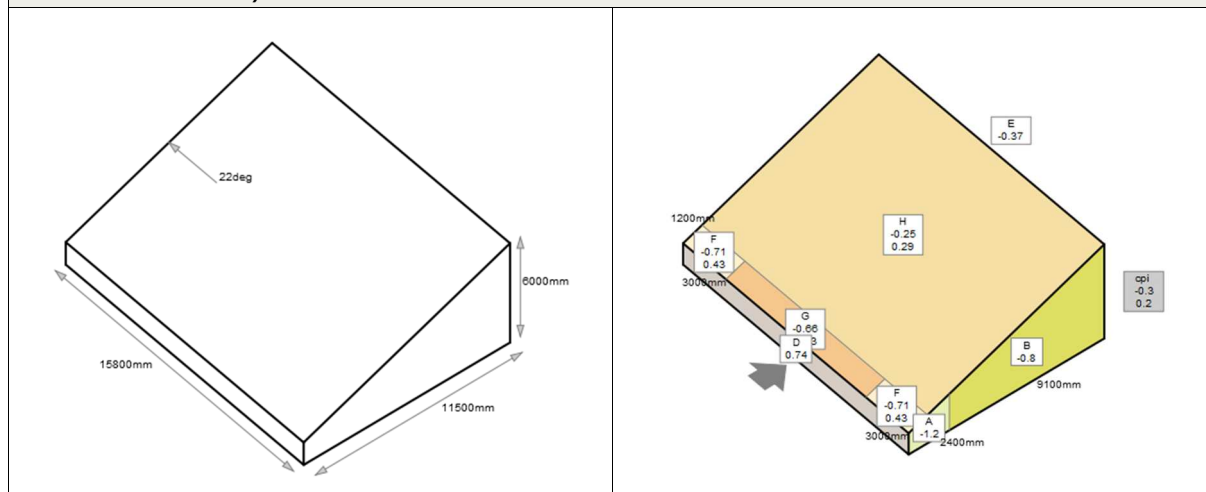
Vent :

Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	2	
Rugosité du terrain	(IIIa) Campagne avec végétations et habitats très dispersés	

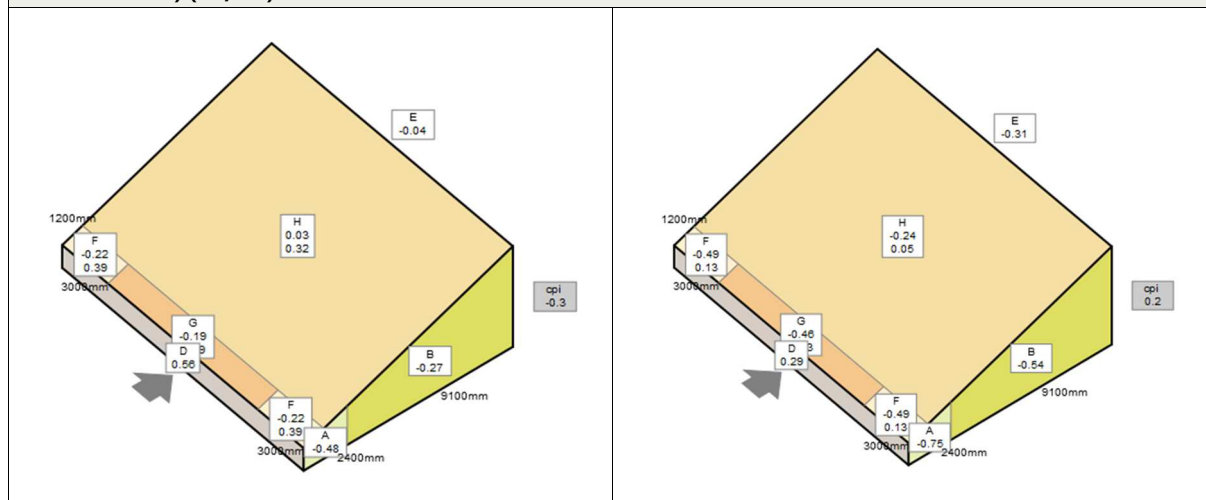
Orographie du terrain	Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)	
z	6000 mm	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v_b	24m/s	Vitesse de référence du vent
$q_p(z)$	0.54 kN/m ²	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z

Vent direction X+ (sur long pan)

Vent X+ : Coefficients de pression Cpe et Cpi (Surface de référence toiture = 10000000mm²) (Surface de référence murs = 10000000mm²)



Vent X+ : Pressions sur zones (Surface de référence toiture = 10000000mm²) (Surface de référence murs = 10000000mm²) (kN/m²)

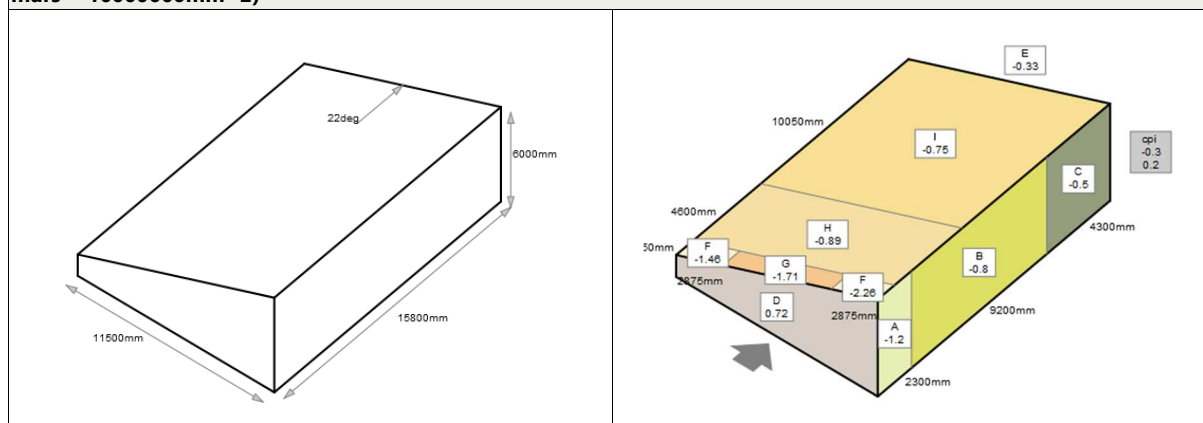


Vent X+ : Détail des forces résultantes pour chaque niveau (Normales et excentrées) (Avec coefficient de corrélation)

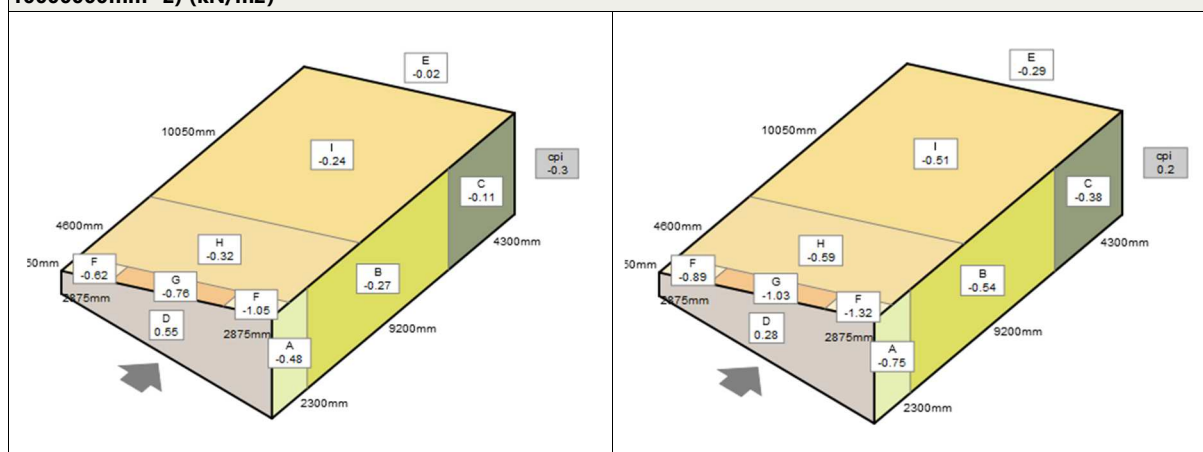
Niveau	Fx	Fy	xp	yp	Fx excentré	Fy excentré	xp excentré	yp excentré
-	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]
0	35.32	0	5750	7900	34.01	0	5750	6841.4

Vent direction Y+ (sur pignon)

Vent Y+ : Coefficients de pression Cpe et Cpi (Surface de référence toiture = 10000000mm²) (Surface de référence murs = 10000000mm²)



Vent Y+ : Pressions sur zones (Surface de référence toiture = 10000000mm²) (Surface de référence murs = 10000000mm²) (kN/m²)

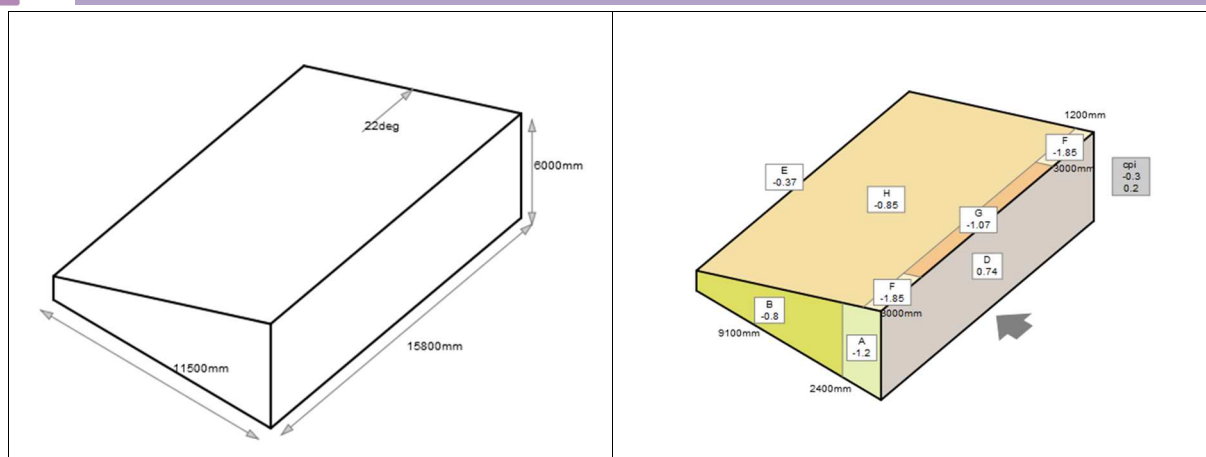


Vent Y+ : Détail des forces résultantes pour chaque niveau (Normales et excentrées) (Avec coefficient de corrélation)

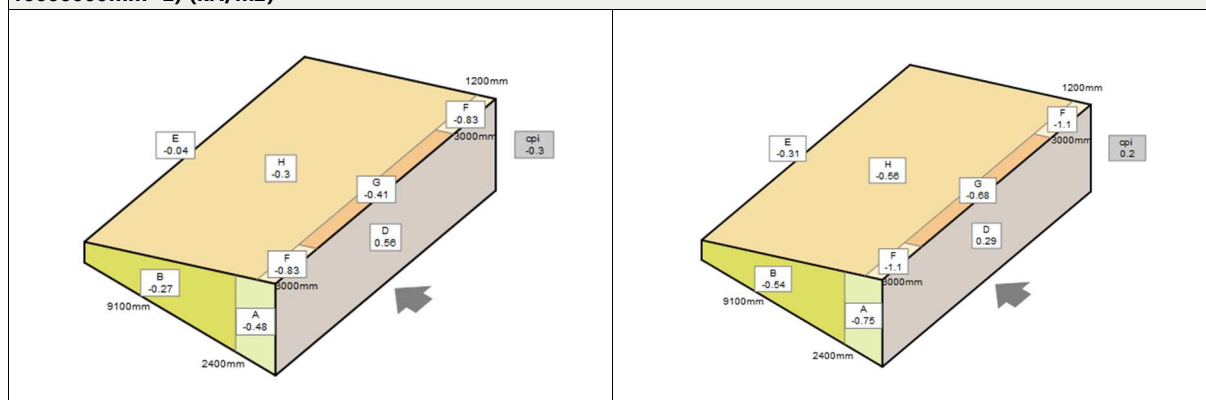
Niveau	Fx	Fy	xp	yp	Fx excentré	Fy excentré	xp excentré	yp excentré
-	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]
0	-35.63	10.13	5840.64	8218.67	-35.63	7.64	5834.3	8293.03

Vent direction X- (sur long pan)

Vent X- : Coefficients de pression Cpe et Cpi (Surface de référence toiture = 10000000mm²)
(Surface de référence murs = 10000000mm²)



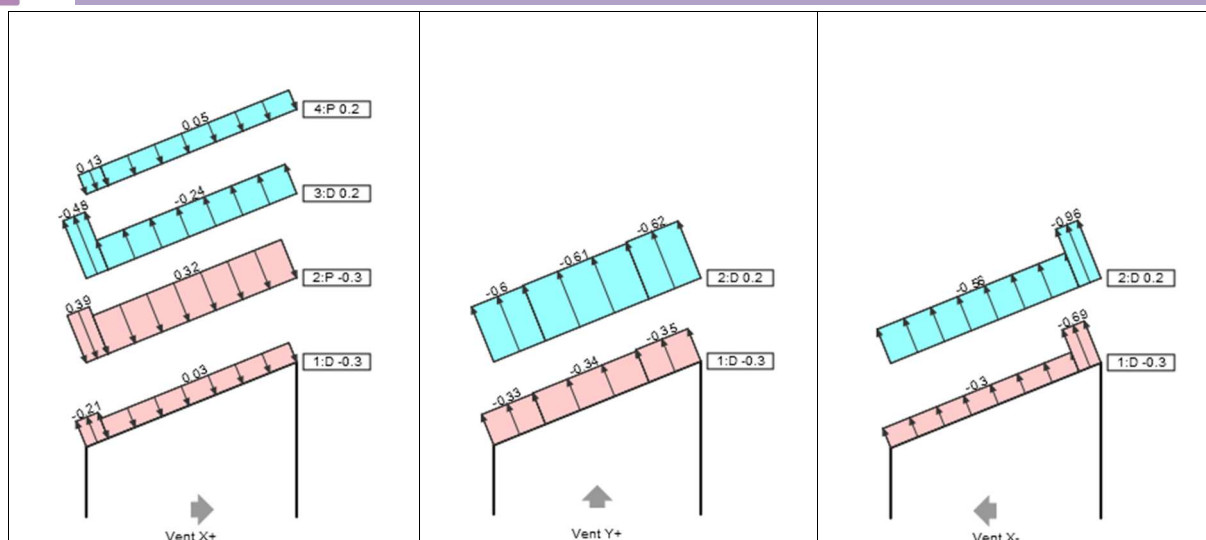
Vent X- : Pressions sur zones (Surface de référence toiture = 10000000mm²) (Surface de référence murs = 10000000mm²) (kN/m²)



Vent X- : Détail des forces résultantes pour chaque niveau (Normales et excentrées) (Avec coefficient de corrélation)

Niveau	F _x	F _y	x _p	y _p	F _x excentré	F _y excentré	x _p excentré	y _p excentré
-	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]
0	-59.75	0	5750	7900	-48.56	0	5750	7273.97

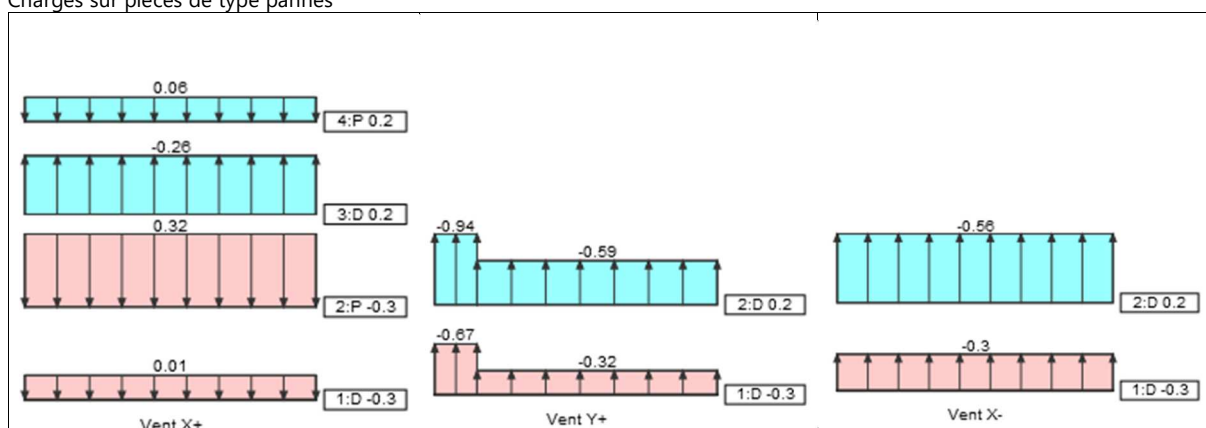
Voici la représentation des charges sur les arbalétriers de la ferme :



Détail des pressions et efforts linéiques sur pièces (Surface de référence = 10000000 mm²) (Pression dynamique vent = 0.54 kN/m²) (e1=1000 mm - e2=3000 mm)

Cas vent	Pos1	p1	Pos2	p2	Pos3	p3	Fx résultant	Fy résultant
-	-	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]	[kN]	[kN]
X+ : D -0.3	0-0.1	-0.21	0.1-1	0.03			0	-0.01
X+ : P -0.3	0-0.1	0.39	0.1-1	0.32			4.54	-11.24
X+ : D 0.2	0-0.1	-0.48	0.1-1	-0.24			-3.73	9.24
X+ : P 0.2	0-0.1	0.13	0.1-1	0.05			0.81	-2
Y+ : D -0.3	0-0.25	-0.33	0.25-0.75	-0.34	0.75-1	-0.35	-4.77	11.8
Y+ : D 0.2	0-0.25	-0.6	0.25-0.75	-0.61	0.75-1	-0.62	-8.5	21.05
X- : D -0.3	0-0.9	-0.3	0.9-1	-0.69			-4.71	11.65
X- : D 0.2	0-0.9	-0.56	0.9-1	-0.96			-8.44	20.9

Charges sur pièces de type pannes



Détail des pressions et efforts linéiques sur pièces (Surface de référence = 10000000 mm²) (Pression dynamique vent = 0.54 kN/m²) (e1=1000 mm - e2=3000 mm - p1=1000 mm - p=1000 mm)

Cas vent	Pos1	p1	Pos2	p2	Pos3	p3	F résultante
-	-	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]	[kN]
X+ : D -0.3	0-1	0.01					-0.03

X+ : P -0.3	0-1	0.32					-0.97
X+ : D 0.2	0-1	-0.26					0.78
X+ : P 0.2	0-1	0.06					-0.17
Y+ : D -0.3	0-0.15	-0.67	0.15-1	-0.32			1.11
Y+ : D 0.2	0-0.15	-0.94	0.15-1	-0.59			1.92
X- : D -0.3	0-1	-0.3					0.89
X- : D 0.2	0-1	-0.56					1.69

Exigences incendie :

ERP de type R - 4eme catégorie

Établissements Recevant du Public (ERP)

<i>Les établissements recevant du public sont classés en cinq catégories selon leur effectif habituel</i>	
catégorie	4e catégorie
effectif	300 personnes et moins
type d'exploitation	Crèche, maternelle, jardin d'enfants, garderie, autre établissement d'enseignement
hauteur du plancher le plus haut	R 4 m simple RDC
exigence structure	R 30
exigence plancher	REI 30
exigence façade	C+D

En application de l'article CO13, la charpente n'est soumise à aucune exigence de stabilité au feu si (Arrêtés du 24 Janvier 1984, du 10 juillet 1987 et du 12 octobre 2006) : la structure de la toiture est visible du plancher du local occupant le dernier niveau ou surveillée par un système de détection automatique, ou protégée par un système d'extinction automatique du type sprinkler, ou isolée par un écran protecteur qui lui assure une stabilité au feu de degré 1/2h.

Les arbalétriers sont étant visible dans la grande salle ne sont pas vérifié en stabilité feu.
Les pannes se trouvant dans le complexe de toiture, non visible, sont vérifiées pour un R30.

Nota : dans le cadre d'une rénovation thermique, si des isolants biosourcés sont mis en œuvre, il sera nécessaire de mettre en œuvre des écrans feu pour la protection de ces isolants (en mur et en plafond). Il faudra veiller à la bonne prise en compte de l'ensemble des éléments des complexes de toiture et de murs dans les hypothèses de charge.

Exigences sismiques :

La capacité sismique devant être traitée à l'échelle d'un ouvrage dans son fonctionnement global (des fondations aux couvertures), ce point ne peut être traité par la seule analyse de la charpente.

On notera cependant que le bâtiment se situe en zone sismique 2, aucune exigence ne s'applique sur ces bâtiments.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

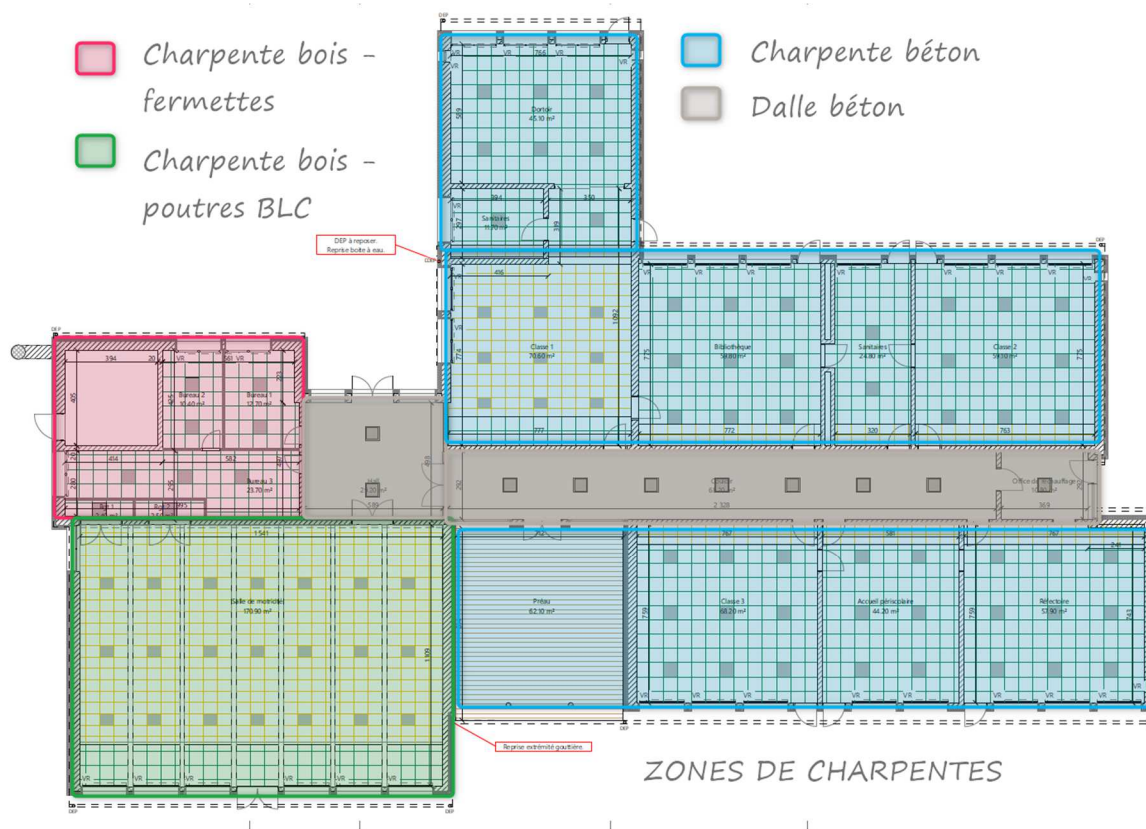
¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

V Repérage et relevé

1 - Repérage des éléments

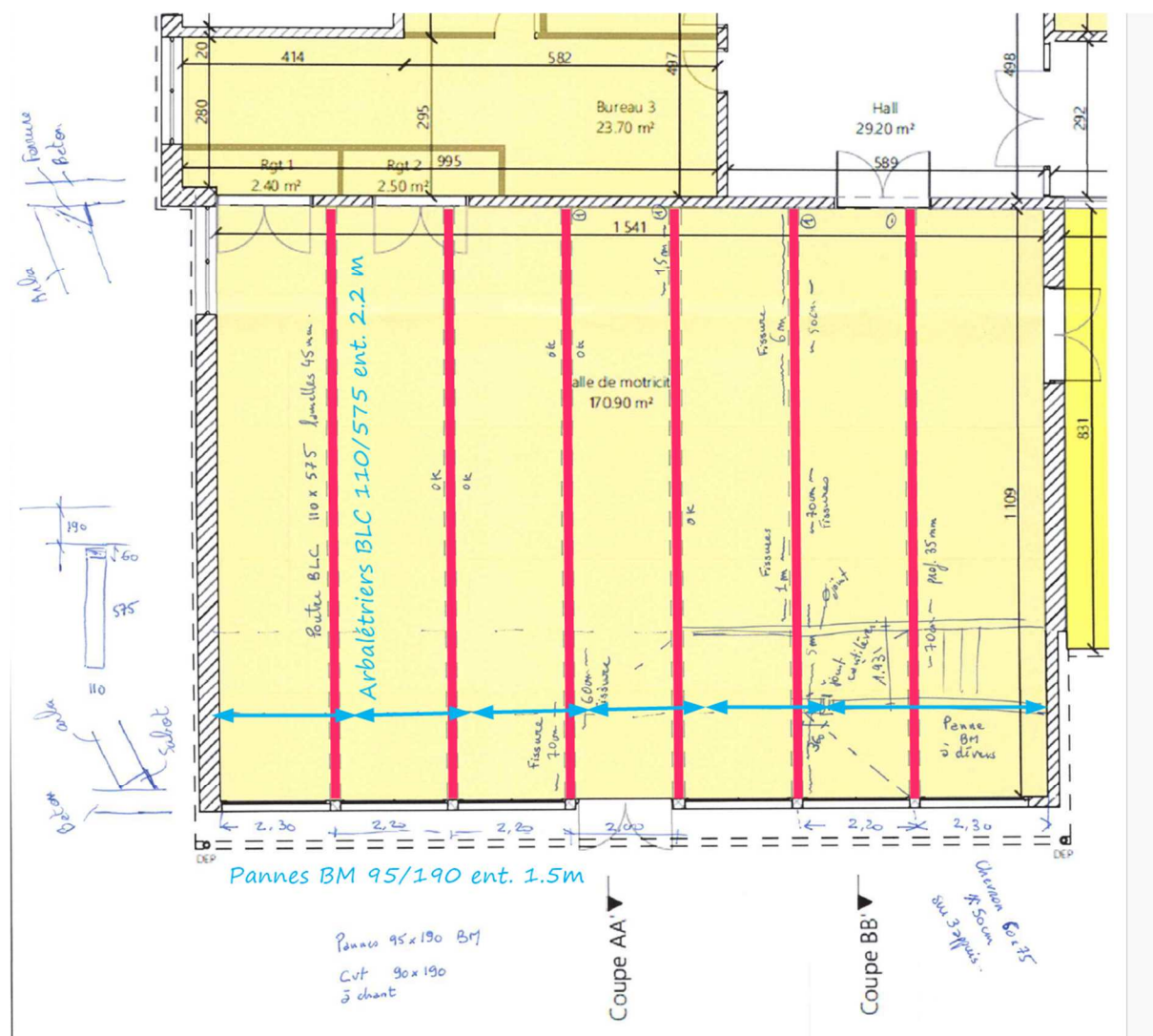
Les plans de repérage général nous ont été transmis, le relevé sur site a permis de préciser la géométrie, les profils et les assemblages des éléments de charpente.

La zone du bâtiment est composée plusieurs ensembles de toitures. Ne sont étudiés dans ce rapport que les charpentes bois en poutre lamellé collé.



Repérage des poutres principales

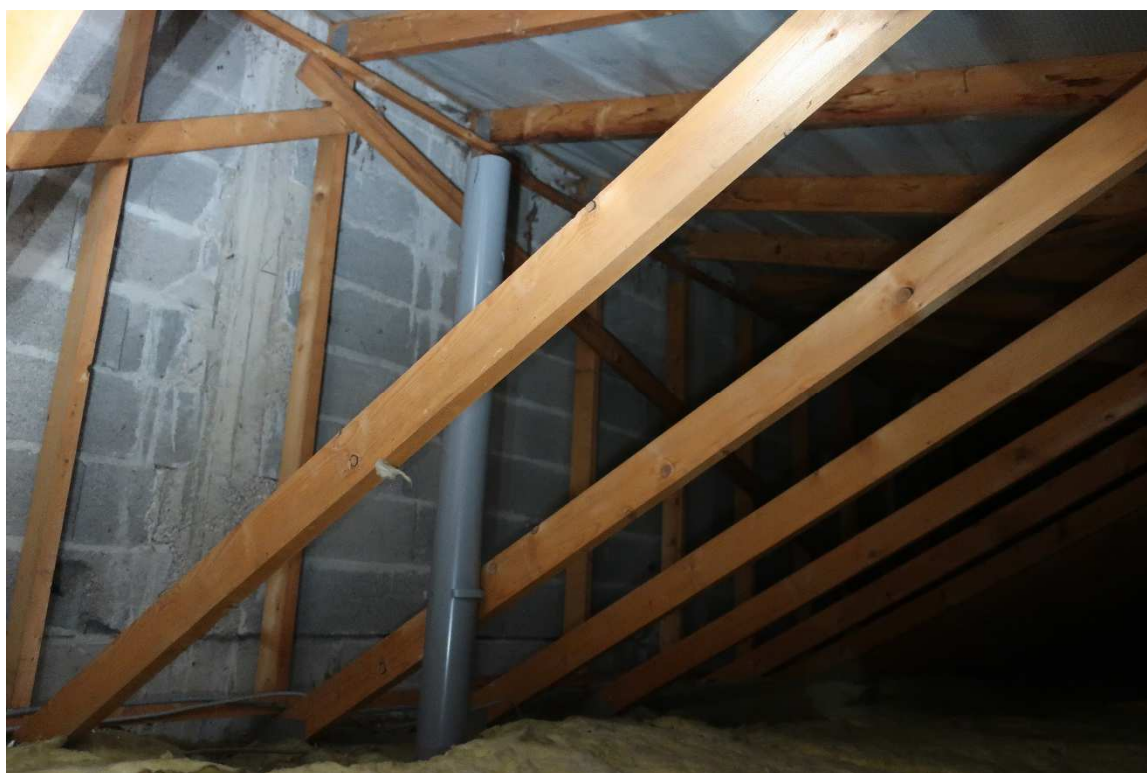
Le support de couverture sur la salle de motricité est composé de poutre BLC, portant dans la largeur du bâtiment et de pannes en BM posées en cantiliver et représentées ci-dessous :





Vue d'ensemble Salle de motricité - Charpente

Sur la zone bureaux, nous avons pu observer la charpente en fermettes dans les combles non accessibles.



Vue

d'ensemble bureaux – Charpente de type fermettes

Eléments de stabilité d'ensemble

Les 4 murs périphériques et les poteaux de renfort en GO assurent la stabilité du bâtiment. Nous relevons des éléments de stabilisation avec des éléments de contreventement entre les pannes qui participent à la constitution d'une poutre au vent.

Il conviendra lors de la reprise de l'ensemble du complexe de toiture de vérifier de la présence de l'ensemble des éléments sur cette poutre au vent, longitudinalement et transversalement. Lors du diagnostic, il n'a pas été possible de procéder à la dépose de l'intégralité des lames d'habillage en sous face, ne permettant pas ce contrôle.

Dans la zone au-dessus des bureaux, en charpente en fermettes, les diagonales de contreventement ont été observées et il n'a pas été noté de désordres vis-à-vis de la stabilité de l'ensemble.

2 - Observations :

Une demi-journée de diagnostic sur site pour un relevé des éléments de charpente bois a été nécessaire. Ces observations ont pour objectif de relever les détails de charpente, ses particularités, les éventuelles déformations et désordres.

Diagnostic sanitaire général

Fuites – infiltrations

L'enveloppe du bâtiment est en bon état général. Quelques fuites sont relevées au droit des menuiseries hautes de la salle de motricité, à proximité des poutres bois.

Cette humidité est à surveiller et les fuites à résorber afin de ne pas entraîner de dégradations sur les pièces de bois.



Fuite au droit des menuiseries hautes.



Trace d'humidité ancienne sur les fermettes

Insectes

Nous n'avons pas observé d'attaque d'insectes sur les bois qui ont été mis à jour.

Pathologies et désordres

Fissuration des poutres lamellé collé

Nous avons pu constater des fissures sur certaines poutres lamellé collé. Ces fissures présentent des longueurs de 50 cm à 5/6 m. Avec sur certaines poutres des fissures sur les 2 cotés en vis-à-vis.

Les profondeurs mesurées aux endroits accessibles sont de l'ordre de 35mm.

Ces fissures sont essentiellement en bas de poutres.





Fissuration sur les poutres en bois lamellé collé

Il conviendra de renforcer ces fissures, avec un couturage adapté. Suivant les vérifications réglementaires et les taux de travail des éléments, la méthodologie pourra être adaptée.

Glissement des appuis

Nous notons un décalage des usinages des appuis de poutre et des sabots, et la présence d'un organe de fixation des poutres dans ces sabots, très proche de l'extrémité chargée de la poutre. Il est difficile d'identifier si les poutres ont glissé dans ces appuis ou si elles sont à leur position d'origine.

Il faudra prévoir de rajouter des organes de fixation adaptés pour brider le glissement de la poutre.



VI Vérification des éléments :

1- Zone en fermettes :

Cette zone ne présente pas de désordres structurels vis-à-vis des charges actuelles. Dans le cadre de la rénovation thermique de cette zone, on veillera que les nouvelles charges de complexe ne sont pas plus importantes que l'existant. D'autre part, lors de la découverture, on s'assurera du bon ancrage de chaque fermette afin d'éviter le soulèvement en cas de charges moins conséquentes.

2- Salle de Motricité

Modélisation

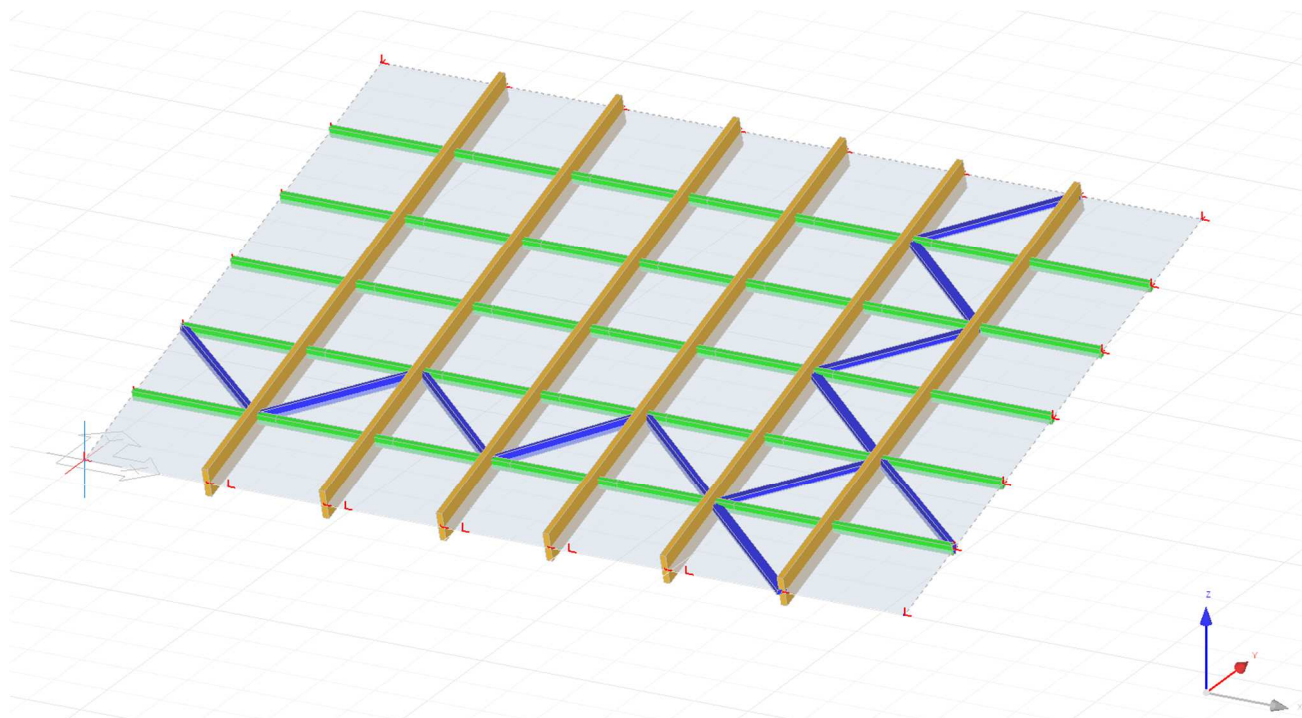
L'ensemble des pièces de charpente ont été modélisées, suivant le schéma ci-dessous, avec les sections suivantes :

Arbalétrier : BLC 110/575

Pannes pose à dévers et avec joints cantilevers : BM 95/190

Contreventement : 90/190

Nota : les pannes et les contreventements n'étaient pas tous visibles et dégagés lors de l'inspection de la charpente, il conviendra de s'assurer que les pièces et les joints sont positionnés conformément au modèle ou de reprendre l'étude avec les bons éléments le cas échéant.



Taux de travail des éléments

EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Arbalétrier												
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)		
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambe ment	Déverse ment	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
2	1_A	R11x57.5	GL24H	85%	24,88%	-	-	84,97%	4,33%	49,09% (18,74mm)	96,14% (55,07mm)	-
3	2_A	R11x57.5	GL24H	80,01%	23,24%	-	-	80,07%	3,61%	46,1% (17,6mm)	90,85% (52,04mm)	-
4	3_A	R11x57.5	GL24H	74,51%	21,68%	-	-	74,51%	2,79%	42,65% (16,29mm)	84,71% (48,52mm)	-
5	4_A	R11x57.5	GL24H	73,59%	21,44%	-	-	73,59%	2,96%	42,31% (16,16mm)	83,79% (48mm)	-
6	5_A	R11x57.5	GL24H	91,71%	26,43%	-	-	92,02%	4,14%	52,79% (20,16mm)	104,02% (59,58mm)	-
7	6_A	R11x57.5	GL24H	66,35%	19,86%	-	-	59,44%	3,37%	38,45% (14,68mm)	75,31% (43,14mm)	-

EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Pannes												
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)		
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambe ment	Déverse ment	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
36	-	R9.5x19	C24	41,29%	20,45%	-	-	37,19%	28,3%	3,4% (0,2mm)	6,14% (0,55mm)	-
37	-	R9.5x19	C24	58,57%	21,64%	-	-	42,71%	47,92%	10,38% (0,8mm)	19,07% (2,19mm)	-
38	-	R9.5x19	C24	41,94%	23,62%	-	-	42,22%	28,34%	2,31% (0,14mm)	4% (0,36mm)	-
39	-	R9.5x19	C24	36,5%	18,66%	-	-	36,73%	26,23%	2,07% (0,11mm)	3,76% (0,3mm)	-
40	-	R9.5x19	C24	39,21%	19,47%	-	-	39,29%	23,53%	3,55% (0,21mm)	6,34% (0,57mm)	-
41	-	R9.5x19	C24	60,13%	25%	-	-	(0%)	37,44%	6,65% (0,51mm)	11,7% (1,35mm)	-
42	-	R9.5x19	C24	42,13%	20,37%	-	-	23,51%	28,7%	2,94% (0,18mm)	5,26% (0,47mm)	-
43	-	R9.5x19	C24	52,61%	23,34%	-	-	52,86%	42,13%	14,08% (1,08mm)	26,19% (3,01mm)	-
44	-	R9.5x19	C24	41,93%	26,12%	-	-	(0%)	28,74%	2,46% (0,15mm)	4,29% (0,39mm)	-
45	-	R9.5x19	C24	36,5%	18,88%	-	-	(0%)	25,94%	2,05% (0,11mm)	3,69% (0,29mm)	-
46	-	R9.5x19	C24	39,62%	19,55%	-	-	(0%)	23,86%	3,48% (0,21mm)	6,24% (0,56mm)	-
47	-	R9.5x19	C24	55,14%	22,91%	-	-	55,33%	39,88%	9% (0,69mm)	16,28% (1,87mm)	-
48	-	R9.5x19	C24	42,41%	20,4%	-	-	12,3%	29,26%	2,87% (0,17mm)	5,13% (0,46mm)	-

49	-	R9.5x19	C24	50,63%	24,32%	-	-	50,64%	43,89%	15,19% (1,16mm)	28,33% (3,26mm)	-
50	-	R9.5x19	C24	42%	27,21%	-	-	(0%)	29,29%	2,36% (0,14mm)	4,11% (0,37mm)	-
51	-	R9.5x19	C24	36,49%	18,74%	-	-	(0%)	25,91%	2,06% (0,11mm)	3,71% (0,3mm)	-
52	-	R9.5x19	C24	39,71%	19,55%	-	-	4,71%	24,04%	3,48% (0,21mm)	6,24% (0,56mm)	-
53	-	R9.5x19	C24	53,73%	22,64%	-	-	53,74%	41,13%	9,3% (0,71mm)	16,86% (1,94mm)	-
54	-	R9.5x19	C24	42,13%	20,37%	-	-	42,15%	28,71%	2,94% (0,18mm)	5,26% (0,47mm)	-
55	-	R9.5x19	C24	52,51%	23,4%	-	-	38,41%	42,23%	14,14% (1,08mm)	26,32% (3,03mm)	-
56	-	R9.5x19	C24	41,92%	26,18%	-	-	41,96%	28,77%	2,45% (0,15mm)	4,28% (0,38mm)	-
57	-	R9.5x19	C24	36,5%	18,87%	-	-	36,53%	25,94%	2,05% (0,11mm)	3,69% (0,3mm)	-
58	-	R9.5x19	C24	39,61%	19,55%	-	-	39,64%	23,85%	3,48% (0,21mm)	6,24% (0,56mm)	-
59	-	R9.5x19	C24	55,08%	22,9%	-	-	36,49%	39,94%	9,01% (0,69mm)	16,3% (1,87mm)	-
60	-	R9.5x19	C24	41,91%	20,74%	-	-	41,97%	28,7%	3,44% (0,21mm)	6,21% (0,56mm)	-
61	-	R9.5x19	C24	59,32%	21,9%	-	-	59,9%	48,35%	10,6% (0,81mm)	19,48% (2,24mm)	-
62	-	R9.5x19	C24	42,59%	24,01%	-	-	(0%)	28,77%	2,35% (0,14mm)	4,06% (0,37mm)	-
63	-	R9.5x19	C24	37,05%	18,93%	-	-	(0%)	26,58%	2,1% (0,11mm)	3,81% (0,3mm)	-
64	-	R9.5x19	C24	39,82%	19,75%	-	-	(0%)	23,88%	3,6% (0,22mm)	6,43% (0,58mm)	-
65	-	R9.5x19	C24	60,86%	25,32%	-	-	62,19%	37,84%	6,79% (0,52mm)	11,95% (1,37mm)	-

Analyse

L'ensemble des pièces présente un taux de travail en résistance acceptable vis-à-vis des hypothèses retenues pour le chargement.

Vis-à-vis des déformations, on constate un léger dépassement qui ne mettra pas en péril ni la structure ni les éléments du complexe de toiture. Il conviendra néanmoins de s'assurer que les panneaux photovoltaïques retenus peuvent accepter de léger dépassement.

VII Conclusions – Préconisations

Validations des hypothèses :

Nous rappelons la nécessité de faire valider les hypothèses sur la position des joints de pannes et la présence des contreventements.

Se conformer aux hypothèses de charges et fragilité de matériaux :

La charpente a été vérifiée suivant des hypothèses énoncées dans le présent rapport, il conviendra de s'y conformer dans les choix des matériaux retenus pour le nouveau complexe de toiture.

Il conviendra d'autre part de valider avec le fournisseur de panneaux photovoltaïques que ces derniers sont compatibles avec les flèches calculées.

Pathologies :

Les observations et vérifications des éléments de charpente ont mis en avant la nécessité de reprise et de renforcement de quelques pièces. Ces renforcements ne sont pas directement liés à la charge des panneaux photovoltaïques positionnés en toiture.

Il conviendra de réaliser ces reprises dans le cadre de la rénovation du complexe de toiture.

- Reprise d'étanchéité au droit des menuiseries hautes
- Vérification des appuis hauts et attaches des pièces
- Couturage des poutres bois lamellé collé pour stabilisation des fissures dans les bois.

Vérification état sanitaire et structurel :

Les vérifications de la charpente étudiée dans ce diagnostic permettent de conclure globalement, du point de vue des pathologies sanitaires et structurelles et des capacités de charges du bâtiment.

Ci-dessous le tableau récapitulatif regroupe les vérifications effectuées.

Pièces / Groupe	Etat sanitaire	Désordres	Vérification structurelle
Arbalétrier	Fuite en partie haute à résorber	Fissures à couturer	Compatibilité de flèche à faire valider
Pannes	ok	ok	ok
Contreventement	ok	ok	ok

En gras sont mentionnés les éléments liés à l'ajout de poids par les panneaux rapportés.

Nous émettons un avis favorable à la mise en place des panneaux photovoltaïques en l'état, sous réserve de la validation de la compatibilité des flèches et des reprises préconisées.
